

Investigating the dynamic contagion effect of the turbulence cycle between the gold futures market and the exchange rate using GARCH-BEKK, markov switching, and structural VAR models

Bagher Sayari¹, Mir Feyz Falah Shams², Reza Gholami Jamkarani³,
Hossein Jahangirnia³

Received: 16/05/2023

Accepted: 09/10/2023

Extended Abstract

Introduction

Under the current global conditions, financial markets have both direct and indirect connections with the economy. Moreover, their interdependence is real. These characteristics enable financial markets to be influenced by shocks that affect the economy. Through appropriate policy measures, the impacts of crises on different sectors can be mitigated or directed towards desirable outcomes. On the other hand, volatility plays a significant role in determining investment risk, influencing the decisions of investors. As a result, the relationship between the future of gold and exchange rates has been a subject of interest for researchers and investors for years (Akbar *et al.*, 2019 and Tanin *et al.*, 2021). Dynamical Contagion refers to the idea that fluctuations in one market can spread to another market and trigger a chain reaction of oscillations, making their prediction or control difficult (Dai Pra *et al.*, 2009). This phenomenon is of particular importance in the context of the gold futures market and exchange rates since both markets are well-recognized for their fluctuations and sensitivity to global economic events.


The global financial market has experienced a complex and dynamic set of contagion effects. These contagion effects occur not only between different markets, such as the gold futures market and exchange rates but also between various other financial instruments. The relationship between the gold futures market and exchange rates in Iran has been of particular interest to investors and researchers. In this study, we will investigate the dynamic contagion effect and

¹ Department of Financial Management, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran.

² Department of Financial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (Corresponding Author). mir.Fallahshams@iauctb.ac.ir

³ Department of Accounting, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran.

How to cite this paper: Sayari, B., Falah Shams, M. F., Gholami Jamkarani, R., Jahangirnia, H. (2023). Investigating the dynamic contagion effect of the turbulence cycle between the gold futures market and the exchange rate using GARCH-BEKK, markov switching, and structural VAR models. *Advances in Finance and Investment*, 4(4), 39-64. [In Persian]

 <https://doi.org/10.30495/afi.2023.1991865.1244>

the oscillatory cycle between these two markets. Numerous studies have examined the dynamic contagion effect and the oscillatory cycle between the gold futures market and exchange rates. In recent years, Iran's economy has faced instability and significant fluctuations in macroeconomic variables. This instability and turmoil have created an uncertain environment for investors. Therefore, paying attention to financial markets to encourage investors and assisting policymakers in implementing appropriate policies to achieve sustainable and robust growth with development plans holds special significance.

Literature Review

The relationship between cash and futures markets is one of the essential topics that significantly impact the prediction of future prices of underlying assets and the planning of market participants. Financial markets are considered among the most influential markets in any country since other real sectors of the economy are heavily influenced by them, and, in turn, these markets are affected by the real sectors as well. The understanding of the interplay between cash and futures markets holds great importance in anticipating future asset prices and effectively planning market activities (Hasan *et al.*, 2021). The popularity of the gold futures market has increased in recent years, and investors have turned to this market to expose themselves to digital currencies. However, volatility in the gold futures market can have ripple effects on other markets, including the foreign exchange market. The findings of the research conducted by Mohammadi *et al.* (2020) indicate that exchange rate instability has had a significant and negative impact on the economic growth of the studied countries. This impact was more pronounced in fixed exchange rate regimes compared to floating exchange rate regimes (Mohammadi *et al.*, 2020).

Research Methodology

The study focuses on the gold futures market and the foreign exchange spot market. The dataset used covers the period from 2009 to 2018. It is divided into two subsets: an estimation period from 2010 to 2018 with 2973 observations and a prediction period from 2017 to 2018 with 400 observations. The purpose of this division is to estimate and model using the estimation data and then use these models for forecasting in the prediction period, which includes data not used in the estimation.

Vector Autoregression (VAR) is a statistical model used to analyze the transmission of shocks and the response to impulses of each variable.

Table (1) Vector Autoregression (VAR) Test

		Foreign exchange market	Gold Futures Market
Gold Futures Market (1)	coefficient	0/074	0/374
	P-VALUE	0/370	0/000
	t- statistics	0/835	8/330
Gold Futures Market (2)	coefficient	0/047	0/074
	P-VALUE	0/083	0/000
	t- statistics	1/465	8/740

	coefficient	0/347	0/098
Foreign exchange market (1)	P-VALUE	0/039	0/487
	t- statistics	1/740	0/647
	coefficient	0/089	0/058
Foreign exchange market (2)	P-VALUE	0/289	0/875
	t- statistics	0/879	0374

Results

Based on the results obtained from [Table \(1\)](#), it is evident that the gold futures market exhibits a positive short-term response and a negative long-term response to this shock. However, both the physical gold market and the gold futures market do not transmit any significant shock to the foreign exchange market and do not receive a response from it.

Discussion and Conclusion

The overflow of fluctuations and contagion between economic markets and financial indicators signifies the process of information transmission among these markets. When financial markets are interconnected, information or shocks in one market can influence other markets. This study aims to identify the relationships between these markets and the way fluctuations and overflow of oscillations occur in each market. It is crucial and valuable for academic researchers and financial theorists because it is used for forecasting and risk management. The results of this research, using econometric and statistical models, demonstrate that for modeling market fluctuations, two distinct regimes (high volatility and low volatility) should be considered. This distinction leads to an improved modeling and enhanced forecasting accuracy. The proposed recommendations based on the obtained results and enhancing the existing model are as follows:

- 1) Contagion effects from the foreign exchange market to the gold futures market pose significant risks for investors involved in both markets. Investors, being aware of the latest market conditions, should take appropriate measures to diversify their portfolios and manage their investments effectively, thus mitigating the risks arising from market contagion.
- 2) The contagion of fluctuations from the foreign exchange market to the gold futures market has significant implications for market participants and policymakers. Traders and investors must be cognizant of the potential ripple effects in the foreign exchange market and implement suitable risk management strategies.
- 3) Policymakers should consider the potential impact of regulatory changes or other interventions on the transmission of turbulence between markets.

Conflict of Interest

The authors of this article declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

Keywords: Dynamic Contagion, Exchange Rate, Gold Futures Market, Oscillatory Cycle, Tehran Stock Exchange.

JEL Classification: E44, G01, G17.

پیشرفت‌های مالی و سرمایه‌گذاری

سال چهارم، زمستان ۱۴۰۲ - شماره ۴

صفحات ۶۴-۳۹

نوع مقاله: پژوهشی

بررسی اثر سرایت‌پذیری پویا چرخه تلاطم بین بازار آتی طلا و نرخ ارز با استفاده از مدل‌های GARCH-BEKK، مارکوف سوئیچینگ و اتورگرسیو برداری

باقر سیاری^۱، میرفیض فلاح شمس^۲، رضا غلامی جمکرانی^۳، حسین جهانگیرنیا^۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۲۶

چکیده

هدف: با گسترش فرآیند جهانی شدن، نه تنها بازارهای مالی کشورهای توسعه‌یافته بلکه بازارهای مالی کشورهای درحال توسعه نیز به یکدیگر مرتبط شدند. در مباحث مالی ارتباط بین بازارهای مالی تحت عنوان سرایت مالی مطرح شده است. سرایت مالی بازارها می‌تواند تلاطم یک بازار را به بازار دیگر منتقل کرده و سبب رونق و یا رکود و یا دستیابی به ریسک و بازده شود؛ لذا به جهت اهمیت سرایت تلاطم در بازارها برای سرمایه‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان هدف از این پژوهش، بررسی اثر سرایت‌پذیری پویا چرخه تلاطم بین بازار آتی طلا و نرخ ارز در بازارهای مالی و بورس اوراق بهادار تهران است.

روش‌شناسی پژوهش: داده‌ها به صورت روزانه در فاصله زمانی ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۷ جمع‌آوری شده است. به منظور بررسی آزمون فرضیه‌های پژوهش از مدل‌های GARCH-BEKK، مارکوف سوئیچینگ و اتورگرسیو برداری استفاده شده است.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که اثر سرایت‌پذیری تلاطم از بازار ارز به بازار آتی طلا است و همچنین اثر سرایت‌پذیری تلاطم از بازار ارز به بازار آتی طلا در رژیم‌های مختلف متفاوت است.

اصالت / ارزش‌افزوده علمی: نتایج این پژوهش می‌تواند بینش جدیدی ارائه کند که بتواند سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری را در صنعت مالی تعیین کند.

کلیدواژه‌ها: بازار آتی طلا، بورس اوراق بهادار تهران، چرخه تلاطم، سرایت‌پذیری پویا، نرخ ارز.

طبقه‌بندی موضوعی: E44, G01, G17.

۱. گروه مدیریت مالی، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران.

۲. گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). mir.Fallahshams@iauctb.ac.ir

۳. گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران.

۴. **استناد:** سیاری، باقر؛ فلاح شمس، میرفیض؛ غلامی جمکرانی، رضا؛ جهانگیرنیا، حسین. (۱۴۰۲). بررسی اثر سرایت‌پذیری پویا چرخه تلاطم بین بازار آتی طلا و نرخ ارز با استفاده از مدل‌های GARCH-BEKK، مارکوف سوئیچینگ و اتورگرسیو برداری. *پیشرفت‌های مالی و سرمایه‌گذاری*، (۴) ۴-۳۹.

۱- مقدمه

تکنولوژی ارتباطات پیشرفته، شبکه‌های بین‌المللی و امکانات مالی دیجیتال، محلولی برای تسریع و گسترش انتقال اطلاعات و سرمایه از بازارهای پیشرفته به بازارهای درحال توسعه فراهم آورده است. این روند باعث شده تا تأثیرات اقتصادی، سیاسی و مالی از یک قسمت جهان به دیگری در زمان کمتر و با هزینه کمتر منتقل شوند (Oak, 2022). تحت شرایط فعلی جهانی، بازارهای مالی ارتباط مستقیم و غیرمستقیمی با بخش اقتصاد دارند. همچنین، وابستگی این بازارها به یکدیگر نیز واقعی است. این ویژگی‌ها، امکان تأثیرپذیری بازارهای مالی از شوک‌هایی که بر بخش اقتصاد وارد می‌شود را فراهم می‌کند. با استفاده از سیاست‌گذاری‌های مناسب، پس از وقوع بحران، می‌توان تأثیرات این بحران بر بخش‌های مختلف را کاهش داد و یا در جهت مطلوب هدایت نمود. از طرف دیگر تلاطم به‌عنوان یک عامل اثرگذار در تعیین ریسک سرمایه‌گذاری، می‌تواند نقش مهمی در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران ایفا کند. از این رو رابطه بین بازار آتی طلا و نرخ ارز سال‌ها است که موضوع موردتوجه پژوهشگران و سرمایه‌گذاران بوده است (Akbar et al., 2019 and Tanin et al., 2021). سرایت پویا به این ایده اشاره دارد که نوسانات در یک بازار می‌تواند به بازار دیگر سرایت کند و باعث ایجاد یک واکنش زنجیره‌ای از نوسانات شود که پیش‌بینی یا کنترل آن دشوار است (Dai Pra et al., 2009). این پدیده به‌ویژه در زمینه بازار آتی طلا و نرخ ارز اهمیت دارد، زیرا هر دو بازار به دلیل نوسانات و حساسیت خود نسبت به رویدادهای اقتصادی جهانی شناخته شده‌اند.

اخیراً، علاقه فزاینده‌ای به مطالعه اثر سرایت پویا چرخه‌های نوسان بین این دو بازار وجود داشته است. بازار مالی جهانی مجموعه‌ای از اثر سرایت‌پذیری را تجربه کرده است که نه تنها پیچیده؛ بلکه پویا نیز هستند. این اثرات سرایت‌پذیری بین بازارهای مختلف مانند بازار آتی طلا و نرخ ارز رخ می‌دهد. رابطه بین بازار آتی طلا و نرخ ارز در ایران زمینه موردتوجه سرمایه‌گذاران و دانشگاهیان بوده است. یکی از جنبه‌های این رابطه که موردتوجه ویژه قرار گرفته است، اثر سرایت پویا چرخه تلاطم بین دو بازار است. چرخه تلاطم به الگوی متناوب دوره‌های نوسان زیاد و کم در بازارهای مالی اشاره دارد که می‌تواند تأثیر بسزایی بر رفتار سرمایه‌گذاران داشته باشد. از این رو شواهد نشان می‌دهد که بازارهای مالی با یکدیگر در تعامل هستند و تلاطم‌ها می‌توانند از یک بازار به بازار دیگر منتقل شوند (Elsayed et al., 2022). این تلاطم‌ها باعث می‌شود که سرمایه‌گذاران سبد دارایی‌های خود را تغییر دهند و این امر ممکن است آشفتگی را تشدید کرده و آن را به بازارهای دیگر منتقل نماید (Rizvi et al., 2022). از این جهت، تجزیه و تحلیل یک بازار از نظر دارایی‌های مالی، در صورتی که به سایر بازارها و شرایط مرتبط نپردازد، ناقص بوده و لذا این امر ضروری است که تجزیه و تحلیل‌ها به اساس ارتباطات و اتفاقات میان

انواع مختلف بازارهای دارایی مالی انجام شود. بررسی روند تحولات بازارهای مالی، مانند بازار طلا و ارز، در ایران به‌وضوح نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، قیمت این دارایی‌ها به دلیل عوامل گوناگونی نظیر تحریم‌ها، تنظیم هدفمند یارانه‌ها، افزایش نقدینگی، توافق هسته‌ای (برجام)، شیوع ویروس کرونا، تنش‌های بین‌المللی مانند رخدادهای در منطقه روسیه و اوکراین، افزایش تحریم‌ها و عدم استقرار سیاسی، تغییرات ناگهانی و قابل توجهی را تجربه کرده است. تلاطم‌ها می‌توانند علت ایجاد ناطمینانی، ضربه به اعتماد عمومی و کاهش سرمایه‌گذاری شوند؛ بنابراین، داشتن درک نادرست از ارتباطات متقابل میان بازارها ممکن است منجر به اتخاذ سیاست‌های اقتصادی نامناسب شود (Ding et al., 2022).

اجرای سیاست‌های مناسب جهت توسعه بازارهای مالی، کاهش نوسانات غیرعادی در این بازارها و ایجاد تنوع کارآمد در سبد سرمایه‌گذاری، بدون داشتن آگاهی از رفتار و ارتباطات میان دارایی‌های مختلف، غیرممکن است. پژوهش‌ها در زمینه رفتار بازارها می‌تواند به دستیابی به بینش روشنی درباره تحلیل و پیش‌بینی تحولات بازدهی دارایی‌ها کمک کند. در این پژوهش به بررسی اثر سرایت‌پذیری پویا چرخه تلاطم بین بازار آتی طلا و نرخ ارز خواهیم پرداخت. مطالعات متعددی به بررسی اثر سرایت پویا چرخه تلاطم بین بازار آتی طلا و نرخ ارز پرداخته‌اند. سیلیگناکیس و کورتاس (Syllignakis and Kouretas, 2011) شواهدی دال بر اثر مسری پویا بین معاملات آتی طلا و نرخ ارز در ایالات متحده، ژاپن و بریتانیا یافتند. نویسندگان استدلال می‌کنند که این اثر ناشی از تغییرات در احساسات سرمایه‌گذار و انتظارات بازار است که می‌تواند باعث گسترش نوسان بین دو بازار شود. این پژوهش از چند جهت دارای نوآوری است؛ اول اینکه کمتر پژوهشی در ایران، ارتباط میان بازارهای مالی را در زمینه سرریز تلاطم بین بازار آتی طلا و نرخ ارز بررسی کرده است و دوم؛ به‌منظور بررسی اثرات سرایت‌پذیری پویا در چرخه‌های تلاطم میان بازار آتی طلا و نرخ ارز با استفاده از سه مدل معتبر و پیشرفته GARCH-BEKK، مارکوف سوئیچینگ و اتورگرسیو برداری انجام می‌پذیرد و همچنین در سال‌های اخیر، اقتصاد ایران با بی‌ثباتی و تغییرات زیاد در متغیرهای کلان اقتصادی روبرو شده است. این بی‌ثباتی و تلاطم، محیطی نامطمئن را برای سرمایه‌گذاران ایجاد کرده است. به همین دلیل، توجه به بازارهای مالی برای تشویق سرمایه‌گذاران و یاری‌دهندگی به سیاست‌گذاران در اعمال سیاست‌های صحیح و درنهایت دستیابی به نرخ رشد مناسب با برنامه‌های توسعه و پایداری، اهمیت ویژه‌ای دارد. از این‌رو نتایج این پژوهش نوآورانه اهمیت ویژه‌ای برای تصمیم‌گیرندگان و مشارکت‌کنندگان در بازارهای مالی ایران خواهد داشت. توانایی پیش‌بینی تغییرات بازار طلا و نرخ ارز با توجه به پویایی‌های بازار و شرایط اقتصادی کشور، به مدیران سرمایه‌گذاری و سیاست‌گذاران اقتصادی اطلاعات ارزشمندی ارائه خواهد کرد. همچنین، این پژوهش می‌تواند به دانشجویان، پژوهشگران و علاقه‌مندان به زمینه‌های مالی و اقتصاد

کمک کند تا درک بهتری از پویایی تعاملات بین بازار طلا و ارز پیدا کنند. در این راستا ادامه پژوهش به این صورت سازماندهی شده است:

در ابتدا در بخش دوم به مبانی نظری و پیشینه پژوهش می‌پردازیم و در بخش سوم به تصریح مدل، معرفی متغیرها و روش‌شناسی پژوهش پرداخته شده و در بخش چهارم نتایج و بحث ارائه می‌شود. در بخش پایانی نیز تجزیه و تحلیل نتایج و پیشنهادها مورد توجه قرار گرفته است.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

ارتباط بین بازارهای نقد و آتی و چگونگی رابطه علی بین این دو بازار از جمله موضوع‌های حائز اهمیتی است که مشخص شدن آن، در پیش‌بینی قیمت‌های آینده‌داری پایه و برنامه‌ریزی فعالان این بازار بسیار تأثیرگذار است. بازارهای مالی از اثرگذارترین بازارها در هر کشور به حساب می‌آیند، زیرا سایر بخش‌های واقعی اقتصاد به شدت از آن‌ها تأثیر می‌پذیرند و به طور متقابل نیز این بازارها بر آن‌ها اثر می‌گذارند (Hasan et al., 2021). گسترش بازارهای مالی و حرکت روبه‌رشد آن‌ها، از مهم‌ترین مسائل دنیای سرمایه‌گذاری است که سبب بهبود فرصت‌ها و همچنین ابداع و تنوع ابزارهای مالی سرمایه‌گذاری در این بازارها گشته است (Haroon and Rizvi, 2020). ابزارهای مشتقه از جمله این ابزارهای مالی هستند که رایج‌ترین آن‌ها قراردادهای اختیار معامله، قراردادهای آتی و قراردادهای سوپ در بازارهای سرمایه می‌باشند. قراردادهای آتی به‌عنوان یکی از با قدمت‌ترین ابزارهای مشتقه مالی نوسان‌های قیمت‌داری پایه در بازار نقدی است. قرارداد آتی به بیان ساده قراردادی است که بر اساس آن طرفین معامله توافق می‌نمایند یک کالا (انواع دیگر داری پایه) را با قیمت توافقی که در روز عقد قرارداد تعیین می‌شود را بخرند یا بفروشند. اثر سرایت به طور گسترده در امور مالی، به‌ویژه در دوره‌های آشفتگی مالی مورد مطالعه قرار گرفته است. سرایت را می‌توان به‌عنوان انتقال شوک بین بازارهای مالی که منجر به اثر سرریز بر قیمت‌داری‌ها می‌شود تعریف کرد (Brunnermeier and Oehmke, 2013).

محبوبیت بازار آتی سکه در سال‌های اخیر افزایش یافته است و سرمایه‌گذاران برای قرارگرفتن در معرض ارزهای دیجیتال به این بازار روی آورده‌اند. با این حال، تلاطم در بازار آتی سکه می‌تواند در سایر بازارها از جمله بازار ارز نیز اثرات مسری داشته باشد. گلیتسیس و همکاران (Golitsis et al., 2022) در پژوهش خود به طور خاص، پیوندهای متقابل و اثر سرریز بازده را بین طلا، نفت خام، S&P 500، نرخ مبادله دلار، شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI)، عدم قطعیت سیاست اقتصادی و اسناد خزانه با استفاده از خودرگرسیون برداری (VAR) و شاخص سرریز تجزیه و تحلیل می‌کند. یافته‌های آن‌ها طلا را به‌عنوان یک محافظ قوی دلار معرفی می‌کند و آن‌ها همچنین اثرات سرریز قوی بین نرخ ارز و بازده

طلا را نشان می‌دهند. سیاهری و رویاتو (Syahri and Robiyanto, 2020) در پژوهش خود به بررسی همبستگی طلا، نرخ ارز و بازار سهام در دوره همه‌گیری کووید ۱۹ پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که تغییرات قیمت طلا بر نوسانات قیمت سهام، وجود یک همبستگی پویا مثبت بین شاخص ترکیبی قیمت سهام و طلا و یک همبستگی دینامیکی منفی بین شاخص ترکیبی قیمت سهام و نرخ ارز اثر معناداری دارد. ریوردو و ریورا - کاسترو (Reboredo and Rivera-Castro, 2014) در پژوهش خود با استفاده از تجزیه و تحلیل چند وضوحی موجک، وابستگی متقابل بازار بین نرخ ارز و طلا را برای مقیاس‌های زمانی مختلف برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ مشخص کردند و وابستگی مثبت بین کاهش ارزش طلا و دلار آمریکا در برابر مجموعه گسترده‌ای از ارزها را برای همه مقیاس‌های زمانی پیدا کردند. مطالعه دیگری توسط بوری و همکاران (Bouri et al., 2017) تأثیر بیت‌کوین را بر بازارهای ارز سنتی تجزیه و تحلیل می‌کند و دریافت که شواهدی از اثرات مسری بین بیت‌کوین و چندین بازار ارز اصلی از جمله دلار آمریکا، یورو و ین ژاپن وجود دارد. نویسندگان پیشنهاد می‌کنند که فعالان بازار از بیت‌کوین برای محافظت در برابر ریسک ارز استفاده می‌کنند. علاوه بر این، مطالعه‌ای توسط کوربت و همکاران (Corbet et al., 2018) تأثیر بیت‌کوین را بر نرخ مبادله پوند انگلیس بررسی می‌کند. نویسندگان دریافتند که شواهدی مبنی بر وجود رابطه معنادار بین بیت‌کوین و نرخ مبادله وجود دارد و ادبیات نشان می‌دهد که رابطه معنی‌داری بین بازار آتی سکه و بازار ارز وجود دارد؛ با تلاطم در اولی پتانسیل ایجاد اثرات مسری در دومی را دارد. این امر می‌تواند منجر به افزایش ریسک‌ها و زیان‌های احتمالی برای سرمایه‌گذاران شود و اهمیت آگاهی از شرایط بازار و اتخاذ اقدامات مناسب برای مدیریت سرمایه‌گذاری‌ها را برجسته کند.

نتایج پژوهش محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2020) نشان می‌دهد که بی‌ثباتی نرخ ارز بر رشد اقتصادی کشورهای مورد مطالعه تأثیر منفی و معنی‌دار داشته و این اثرگذاری در رژیم ارزی ثابت بیشتر از رژیم ارزی شناور بوده است. ابونوری و همکاران (Abounoori et al., 2021) در پژوهش خود بیان می‌کنند که سرایت ریسک میان شاخص‌های مالی، حاکی از فرایند انتقال اطلاعات میان بازارها است. باتوجه‌به اینکه بازارهای مالی با یکدیگر مرتبط هستند، اطلاعات ایجادشده در یک بازار، می‌تواند سایر بازارها را متأثر سازد. در این میان، مدل‌سازی ریسک در بازارهای مختلف و ارتباط این بازارها با یکدیگر از منظر علم مالی، به لحاظ موارد استفاده آن در پیش‌بینی، موضوع بااهمیتی به شمار می‌رود. طاهری و همکاران (Taheri et al., 2023) در پژوهش خود به بررسی اثر چرخه نوسانات کوتاه‌مدت طلا و ارز بر نوسانات بازار سرمایه می‌پردازند؛ پژوهش آن‌ها توصیفی است و از داده‌های کوتاه‌مدت (روزانه) و بلندمدت (ماهانه) بازار ارز، طلا و بازار سرمایه در دوره زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۸

استفاده نموده است و جهت تحلیل داده‌ها از مدل‌های آرچ و گارچ استفاده شده است نتایج پژوهش طاهری و همکاران (Taheri et al., 2023) نشان می‌دهد نوسانات غیرعادی بازار سرمایه در روز گذشته بر نوسانات غیرعادی بازار سرمایه در روز جاری تأثیر مثبت دارد که نشانگر جریان پول در بازار سرمایه از روز گذشته است و انتقال هیجانات به بازار سرمایه جاری را افزایش می‌دهد؛ همچنین دریافتند نوسانات غیرعادی بازار ارز و طلا در روز گذشته بر نوسانات غیرعادی بازار سرمایه در روز جاری تأثیر مثبت دارد و مثبت بودن این تأثیر نشان‌دهنده جریان پول در بازار ارز و طلا و سرریز آن به داخل بازار سرمایه است، یعنی هیجانات بازار ارز و طلا به داخل بازار سرمایه منتقل می‌شود؛ به‌طورکلی نتایج نشان از تأیید اثر مثبت شوک‌های گذشته بازار طلا و دلار در رابطه با شاخص بازار سرمایه دارد. مظفرنیا و همکاران (Mozafarnia et al., 2021) در پژوهش خود به بررسی وابستگی رژیم‌ی و سرایت‌پذیری چرخه‌ای تلاطم نرخ ارز و قیمت سهام در ایران پرداختند؛ نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که برآورد تلاطم شرطی به روش مارکوف سوئیچینگ - گارچ نمایی کاراتر از روش‌های گارچ سنتی است؛ همچنین وابستگی تلاطمی بین بازارهای سهام و ارز در دوره‌های رکود اقتصادی شدیدتر از دوره‌های رونق اقتصادی است و میزان سرایت تلاطم از بازار ارز به بازار سهام نسبت به میزان سرایت تلاطم از سهام به ارز بیشتر است. نتایج پژوهش نیکومرام و همکاران (Nikoomaram et al., 2013) رابطه اثر سرایت‌پذیری بازار سرمایه از بازارهای موازی ارز، طلا و نفت را تأیید می‌نماید و یافته‌های جانبی پژوهش حاضر حاکی از آن است که رابطه مثبت و دوسویه‌ای میان دو بازار ارز و طلا در دوره مورد بررسی وجود داشته است. نتایج پژوهش داودی و همکاران (Davoodi et al., 2023) بر روی پنج قرارداد آتی سکه در بازه ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ نشان می‌دهد که در سه بازار معمولی (ترکیبی)، کم‌نوسان و پرنوسان، پوشش ریسک توانسته است ریسک را به میزان حداقل ۲۰ درصد کاهش دهد. در بازار پرنوسان نسبت بهینه پوشش ریسک در تمام چندک‌ها حداقل به میزان ۲۳ درصد کاهش نوسان (با معیار میانگین مربعات خطا) داشته است و چندک ۰/۹۵ بهترین عملکرد را از لحاظ بیشترین کاهش نوسان و کمترین نسبت پوشش ریسک دارد. در بازار کم‌نوسان نسبت بهینه پوشش ریسک در تمام چندک‌ها حداقل به میزان ۵۸ درصد کاهش نوسان داشته است و چندک ۰/۰۵ بهترین عملکرد را از لحاظ بیشترین کاهش نوسان و کمترین نسبت پوشش ریسک دارد. در بازار ترکیبی نیز نسبت بهینه پوشش ریسک به میزان ۲۱ درصد کاهش نوسان داشته است.

۳- روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش جامعه آماری شامل بازار آتی طلا و بازار اسپات ارز است. در این مطالعه از مجموعه داده‌هایی استفاده شده است که مربوط به دوره زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۷ است. این داده‌ها شامل دو مجموعه است؛ مجموعه‌ای که مربوط به دوره تخمین می‌شود از ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۶ (معادل ۲۹۷۳ مشاهده) است و مجموعه‌ای که مربوط به دوره پیش‌بینی است از ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ (معادل ۴۰۰ مشاهده) است. انتخاب دوره مالی مرتبط با این مطالعه به دلیل این است که تا سال ۹۷ معاملات آتی سکه انجام می‌شده و پس از آن متوقف شده است. هدف از تقسیم‌بندی داده‌ها به دو دوره، انجام تخمین و برآورد مدل‌ها بر روی داده‌های دوره تخمین و سپس استفاده از این مدل‌ها برای پیش‌بینی در دوره پیش‌بینی است که از نمونه‌ای خارج از داده‌های مربوط به دوره تخمین استفاده می‌شود. [رابطه \(۱\)](#) دوره تخمین و [رابطه \(۲\)](#) دوره پیش‌بینی را نشان می‌دهد.

$$T = -T + 1. -T + 2. \dots 0 \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$1. 2. \dots N \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این پژوهش، داده‌ها ابتدا در نرم‌افزار Excel مرتب‌سازی و طبقه‌بندی مناسب می‌شوند. سپس داده‌های پرت و ناقص حذف و یا اصلاح می‌شوند تا دقت تحلیل‌ها افزایش یابد. سپس داده‌ها به نرم‌افزارهای اقتصادسنجی EViews و SPSS منتقل می‌شوند و با استفاده از یافته‌ها و نمودارها، توصیف می‌شوند. در مرحله بعد، با استفاده از مدل‌های موردنظر و روش‌های آماری و اقتصادسنجی مالی، داده‌ها تجزیه و تحلیل می‌شوند. همچنین، با استفاده از آزمون‌های دیکی فولر و فیلیپس پرون مانایی داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس با استفاده از آزمون GARCH دومتغیره و روش مارکوف سوئیچینگ چندمتغیره، سرایت‌پذیری تلاطم مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه، با استفاده از آزمون‌های VAR، رابطه‌های میان متغیرها مورد بررسی قرار می‌گیرند. دلیل استفاده از مدل GARCH این است که این مدل توانایی مدل‌سازی تغییرپذیری هم‌زمان دو متغیر را دارد و اثری که ممکن است این دو متغیر بر یکدیگر بگذارند را مشخص می‌نماید. همچنین، استفاده از مدل VAR برای مشخص کردن واکنش‌هایی است که هر متغیر در برابر شوک‌هایی که با تغییر انحراف معیار پیش می‌آید از خود نشان می‌دهد. متغیرهایی که به‌منظور اثر سرایت‌پذیری پویا چرخه تلاطم بین بازار آتی طلا و نرخ ارز مورد استفاده قرار گرفته‌اند مطابق گام‌های این پژوهش هستند:

گام اول: گردآوری داده‌ها، بررسی و طراحی مناسب‌ترین مدل برای تخمین بازده مورد انتظار هر یک از شاخص‌ها و بررسی اثر آرج در هر یک از مدل‌ها.

گام دوم: تخمین تلاطم شرطی و همبستگی پویا بین شاخص‌ها از طریق مدل‌های GARCH.
 گام سوم: تخمین مدل‌های گارچ چرخشی مارکوف (MS-GARCH).
 گام چهارم: طراحی (ساخت) شاخص استرس مالی و پایداری (نوسان‌پذیری).
 گام پنجم: برآورد مدل‌های MS-EGARCH.
 در جدول (۲) به بررسی متغیرهای پژوهش و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها می‌پردازیم.

جدول (۲) متغیرهای پژوهش
 Table (2) Research variables

نام متغیر	نماد	تعریف و نحوه اندازه‌گیری
تلاطم بازار ارز آزاد (دلار)	Exchange	$\Delta P_t = r_t = \mu + \epsilon_t$ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha \epsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2; \epsilon_t = \sigma_t z_t, z_t \sim N(0,1)$ <p>σ_t انحراف معیار شرطی به‌عنوان تلاطم قیمت دلار آزاد در نظر گرفته می‌شود. $\Delta P_t = r_t$ تغییرات قیمت یا همان بازدهی است و z_t یک متغیر تصادفی نرمال استاندارد به‌عنوان جز اخلال است.</p>
تلاطم قیمت آتی سکه	Future price of the coin	<p>ریشه مربع دوره زمانی / انحراف استاندارد بازده = نوسانات روزانه جایی که:</p> $SQRT \left[\frac{\sum (R_t - R_{avg})^2}{n-1} \right] = \text{انحراف استاندارد از بازده}$ <p>R_{avg} = بازده متوسط R_t = بازده برای t روز تعداد روزها در مجموعه داده‌ها = n</p>
<p>فرمول محاسبه انحراف استاندارد بازده همانند فرمول نوسانات سالانه است. تنها تفاوت این است که در این فرمول، انحراف استاندارد بازده‌ها بر اساس ریشه مربع دوره زمانی برای محاسبه نوسانات روزانه تقسیم می‌شود.</p> <p>توجه به این نکته حائز اهمیت است که مدت‌زمان استفاده‌شده در فرمول باید با فاصله زمانی داده‌های بازده مطابقت داشته باشد. به‌عنوان مثال، اگر داده‌های بازده برای بازده روزانه باشد، دوره زمانی باید ریشه مربع ۱ (یعنی ۱ روز) باشد. اگر داده‌های بازده برای بازده هفتگی باشد، دوره زمانی باید ریشه مربع ۵ باشد (یعنی ۵ روز معاملاتی).</p>		

در بخش برآورد مدل، قصد داریم فرضیه‌های پژوهش را آزمون کنیم. برای انتخاب بهترین مدل و نیکویی برازش از معیارهای AIC و BIC استفاده شده است که معیارهای انتخاب مدل در مدل‌سازی هستند. همچنین، برای بررسی نوسان‌پذیری، از معیارهای سنجش پایداری که مجموع پارامترهای مدل ARCH و GARCH استفاده شده است. برای بررسی دقت پیش‌بینی از هفت تابع زیان آماری

مانند معیارهای MAE و RMSE استفاده شده است. داده‌های قیمت روزانه با استفاده از روش استاندارد بازدهی‌های روزانه تبدیل شده‌اند. در این مطالعه، برای انجام محاسبات و تحلیل‌ها از نرم‌افزارهای MATLAB، EViews و OXMETRICS استفاده شده است. همچنین، کدها به صورت برنامه‌نویسی برای هر مرحله اجرا شده‌اند.

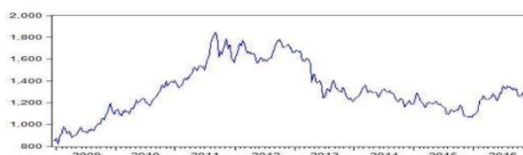
$$r_t = 100 \times \ln\left(\frac{p_t}{p_{t-1}}\right) \quad \text{رابطه (۳)}$$

در رابطه (۳)، r_t مقدار بازدهی‌های روزانه قیمت‌های طلا و ارز، p_t و p_{t-1} به ترتیب مقدار قیمت‌های این شاخص‌ها در زمان‌های t و $t-1$ است. رابطه (۳) را می‌توان به صورت لگاریتم تفاضل قیمت طلا و نرخ ارز در زمان حال و زمان گذشته نوشت.

$$r_t = 100 \times [\ln(p_t) - \ln(p_{t-1})] \quad \text{رابطه (۴)}$$

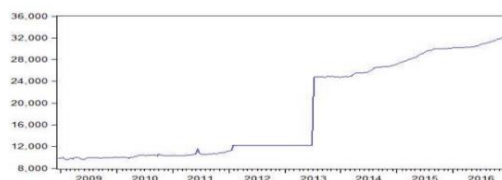
گرفتن لگاریتم به صورت تفاضلی به چند دلیل انجام می‌شود:

اول اینکه تفاضل‌گیری نمودار سری زمانی را هموارتر می‌کند؛ دوم اینکه تفاضل‌گیری باعث می‌شود تحلیل و بررسی، روی تغییرات نرخ بازدهی انجام شود. لازم به ذکر است در تحلیل‌های اقتصادی بررسی تغییرات شاخص‌های قیمتی نظیر طلا و ارز و قیمت (بازدهی‌ها) از اهمیت بیش‌تری نسبت به خود شاخص (سری قیمت‌ها) برخوردار است. علت سوم این است که تبدیل لگاریتمی و سپس تفاضل‌گیری، باعث می‌شود تا نرخ رشد تغییرات شاخص به دست آید که بررسی این متغیر از اهمیت خاصی در تحلیل‌های اقتصادی و به خصوص بورس اوراق بهادار برخوردار است. نمودار سری زمانی بازده‌ها و قیمت‌ها در شکل (۱)، شکل (۲) و شکل (۳) آمده است.



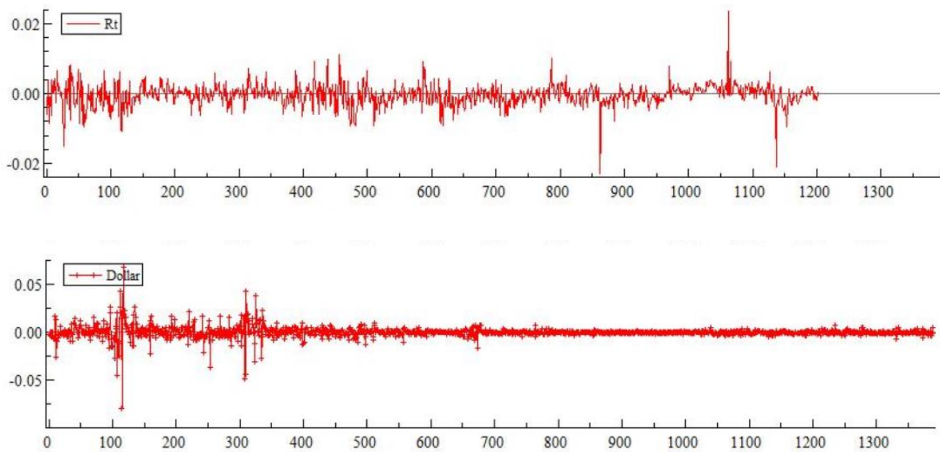
شکل (۱) نمودار سری زمانی قیمت هر انس طلا به دلار

Figure (1) Time series chart of the price per ounce of gold in USD



شکل (۲) نمودار سری زمانی نرخ تبدیل دلار به ریال

Figure (2) Time series chart of the exchange rate of the USD to the Iranian Rial



شکل (۳) نمودار سری زمانی بازدهی‌های دلار و طلا
Figure (3) Time series chart of the returns of the USD and gold

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

باتوجه به نتایج حاصل از سنجش آمار توصیفی جدول (۳) مشاهده می‌شود که در بین متغیرهای پژوهش، بیشترین انحراف معیار مربوط به نرخ ارز و کمترین انحراف معیار مربوط به قیمت آتی طلا است. همچنین مشاهده می‌شود که داده‌های پژوهش نرمال بوده و هیچ‌گونه چولگی و کشیدگی در آن‌ها مشاهده نمی‌شود.

جدول (۳) آماره‌های توصیفی متغیرهای پژوهش

Table (3) Descriptive Statistics of Research Variables

میانگین	میانه	بیشترین	کمترین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	آماره جاکر برا	احتمال جاکر برا
۸۷/۶۷۲	۸۵/۹۲۶	۱۰۳/۲۹۲	۷۳/۱۱۶	۸/۲۸۷	-۰/۰۸۳	۱/۴۵۰	۲۸۸۱/۴۷۰	۰/۰۰۰
۶/۴۱۱ (قیمت آتی طلا (بازار آتی))	۶/۵۳۸	۷/۴۳۵	۶/۶۴۶	-۰/۶۱۰	-۰/۵۹۵	۲/۹۷۰	۸۰۳۱۵/۶۲۰	۰/۰۰۰

نتایج حاصل از برآورد مدل گارچ دومتغیره BEKK برای بازارهای آتی سکه و ارز در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول (۴) نتایج حاصل از مدل BEKK برای بازار ارز و بازار آتی سکه

Table (4) Results of the BEKK model for the foreign exchange market and the future gold coin market

ضریب	Prob
۰/۰۰۲۲۸	۰/۰۰۱۰
۰/۳۹۸۶۰	۰/۰۰۱۰
α_1	
a_{11}	

۰/۰۰۴۵	۰/۰۱۵۸۱	a_{12}
۰/۰۴۳۷	۰/۰۰۰۵۳	α_2
۰/۰۹۷۰	۰/۰۶۷۴۰	a_{22}
۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۱۸۲	a_{21}
۰/۰۰۱۸	۰/۳۱۲۵۴	c_{11}
۰/۰۰۲۳	۰/۰۲۶۴۰	c_{12}
۰/۰۰۰۱	-۰/۲۳۷۷۳	c_{22}
۰/۲۳۴۷	۰/۰۰۱۳۸	c_{21}
۰/۰۰۰۱	۰/۹۵۰۰۷	g_{11}
۰/۰۲۷۵	۰/۰۱۴۸۰	g_{12}
۰/۰۰۰۱	۰/۹۶۷۴۴	g_{22}
۰/۳۷۸۴	۰/۰۰۷۱۲	g_{21}

بر اساس نتایج مندرج در **جدول (۴)**، باتوجه به معناداری ضرایب a_{11} و a_{22} در سطح معنای ۱ درصد بازدهی‌های بازار آتی طلا و ارز از بازدهی با وقفه خود اثرپذیر هستند که اثرپذیری بازار آتی سکه از بازدهی با وقفه خود (۰/۳۸۹) بیشتر از اثرپذیری بازار ارز از بازدهی با وقفه خود (۰/۰۶۷) است. همچنین ضریب a_{12} در سطح معنای ۵ درصد نیز معنادار است که نشان‌دهنده سرایت‌پذیری بازدهی بازار آتی سکه از بازدهی ارز است. درحالی‌که سطح معنی‌داری ضریب a_{21} نشان‌دهنده این است که سرایت‌پذیری بازدهی از بازار ارز به بازار آتی سکه وجود دارد. باتوجه به معناداری ضرایب آرج مدل (c_{11} و c_{22}) در سطح معنای ۱ درصد هر دو بازار از شوک‌های خود اثرپذیر هستند. همچنین معناداری ضرایب گارچ مدل (g_{11} و g_{22}) در سطح معنای ۱ درصد هر دو بازار از نوسانات گذشته خود اثرپذیر می‌باشند. همچنین معنی‌داری ضرایب c_{12} و g_{12} نشان‌دهنده این است که شوک و ریسک تلاطم از بازار ارز به بازار آتی سکه سرایت‌پذیر است. درحالی‌که سطح معنی‌داری ضرایب c_{21} و g_{21} نشان‌دهنده عدم سرایت‌پذیری شوک و تلاطم از بازار آتی سکه به بازار ارز است.

در **جدول (۵)** نتایج برآورد مدل‌های گارچ تک رژیمه در بازار آتی سکه آورده شده است. تمامی این برآوردها مستقل از رژیم و به‌صورت تک رژیمه محاسبه شده‌اند. برای هر یک از مدل‌های گارچ تک رژیمه، سه نوع توزیع مختلف توزیع نرمال، توزیع t و توزیع GED برای جزء خطا در نظر گرفته شده است. دوره داخل نمونه شامل ۲۷۹۳ مشاهده است و ۴۰۰ داده برای بررسی و عملکرد خارج از نمونه جدا نگه داشته شده‌اند. با در نظر گرفتن میانگین شرطی، تمامی پارامترها در مدل‌های مختلف گارچ تک رژیمه به‌صورت معنی‌دار تحلیل شده‌اند. نتایج برآورد واریانس شرطی نیز نشان می‌دهد که تقریباً

همه پارامترها به جز μ در مدل‌های EGARCH معنی‌دار هستند. در جدول (۵) مشاهده می‌شود که تقریباً همه برآوردهای پارامترهای μ در مدل‌های GARCH تک رژیمه در سطح ۱ درصد معنی‌دار هستند. تنها اثر اهرمی برای ξ در مدل‌های EGARCH با خطای نرمال و GED معنی‌دار نبود. هرچند اثر متقارن عبارت ξ در مدل‌های GJR-GARCH به‌طور معنادار با صفر اختلاف داشت که بیانگر این است که بازدهی‌های منفی غیرمنتظره، واریانس شرطی بالاتری را در مقایسه با بازدهی‌های مثبت با همان اندازه ایجاد می‌کنند. درجه پایداری نوسانات در مدل‌های GARCH تک رژیمه با برآورد مجموع پارامترهای مدل‌های ARCH و GARCH به دست می‌آید؛ یعنی $(\alpha + \beta)$ تمام مدل‌ها به‌غیراز مدل EGARCH که پایداری در سطح $0/74$ نیز دارد، پایداری قوی در نوسانات را در بازه‌ای بین $0/85$ تا ۱ نشان می‌دهند که به این معناست که وقتی یک افزایش ایجاد می‌شود، نوسانات در دوره‌های بعدی نیز بالا می‌مانند. این خاصیت خوشه‌ای نوسانات را نشان می‌دهد. در مقایسه توزیع‌های فرضی برای خطاهای استانداردشده، نتایج نشان می‌دهد که فرض نرمال بودن با استفاده از توزیع‌های با دنباله‌های پهن دوطرفه به‌صورت مقادیر لگاریتم درست‌نمایی، بهترین عملکرد را دارد. این نتیجه مطابق با انتظار است زیرا خاصیت دنباله‌های پهن در بازار ایران وجود دارد. به‌طور کلی، توزیع t استیودنت بهبود در برازش به داده‌ها نسبت به سایر توزیع‌ها ایجاد می‌کند و مدل E-GARCH با خطای نرمال دارای بیشترین لگاریتم درست‌نمایی در بین مدل‌های GARCH تک رژیمه است؛ بنابراین عملکرد مدل‌های GARCH در برآوردهای داخل نمونه‌ای بسیار خوب بوده است. در نتیجه، مدل‌های GARCH تک رژیمه در مدل‌سازی واریانس شرطی دارای تصریح خوبی هستند.

جدول (۵) نتایج برآورد مدل‌های گارچ تک رژیمه بازار آتی سکه

Table (5) Results of estimating regime switching GARCH models for the future gold coin market

GARCH		EGARCH			GJR-GARCH				
نرمال	t استیودنت	GED	نرمال	t استیودنت	GED	نرمال	t استیودنت	GED	
***	***	***	***	***	***	***	***	***	μ
0/063	0/069	0/0618	0/1037	0/0775	0/065	0/064	0/068	30/061	
-0/008	-0/006	-0/005	-0/006	-0/006	-0/005	-0/008	-0/006	-0/005	Srd.err
8/133	11/671	11/847	17/364	13/381	12/947	7/630	11/378	11/625	t آماره
***	***	***	***	***	***	***	***	***	α_0
0/056	0/049	0/050	-0/090	-0/020	-0/1899	0/056	0/048	0/0505	
-0/001	-0/005	-0/004	0/033	0/020	0/066	0/002	0/005	0/004	Srd.err
38/930	10/603	13/812	-27/199	-10/260	-13/570	32/158	10/569	13/616	t آماره
***	***	***	***	***	***	***	***	***	α_1
0/481	0/704	0/641	0/663	0/250	0/670	0/428	0/621	0/558	

۰/۰۱۹	۰/۰۵۴	۰/۰۵۹	۰/۰۲۰	۰/۰۲۳	۰/۰۴۱	۰/۰۳۲	۰/۰۶۸	۰/۰۷۷	Srd.err
۲۴/۹۱۳	۱۳/۱۵۶	۱۰/۸۱۵	۳۳/۶۸۹	۱۰/۹۴۵	۱۶/۴۳۷	۱۳/۲۲۷	۹/۱۴۵	۷/۲۸۹	آماره t
***	***	***	***	***	***	***	***	***	
۰/۳۷۷	۰/۲۵۳	۰/۲۸۸	۰/۷۲۰	۰/۹۷۷	۰/۷۴۹	۰/۳۸۱	۰/۲۵۵	۰/۲۹۱	β_1
۰/۰۱۱	۰/۰۲۲	۰/۰۲۸	۰/۰۱۳	۰/۰۰۶	۰/۰۲۶	۰/۰۱۵	۰/۰۳۲	۰/۰۲۹	Srd.err
۳۴/۹۵۰	۸/۰۱۲	۱۰/۲۳۹	۵۵/۵۵۰	۱۷۵/۴۶۰	۲۹/۱۰۹	۲۵/۰۸۸	۸/۰۳۰	۹/۸۹	آماره t
-	-	-	۰/۰۲۹	*** ۰/۰۳۱	۰/۰۶۲	*** ۰/۵۱۷	*** ۰/۷۸۲	*** ۰/۷۰۳	Ξ
-	-	-	۰/۰۱۰	۰/۰۰۹	۰/۰۲۷	۰/۰۲۲	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	Srd.err
-	-	-	۲/۹۰۵	۳/۳۶۴	۲/۳۱۹	۲۳/۳۲۹	۱۰/۲۴۸	۹/۳۹۴	آماره t
-	*** ۴/۰۶۷	*** ۱/۰۴۲	-	*** ۳/۵۷۰	*** ۱/۰۳۳	-	*** ۴/۰۷۷۷	*** ۱/۰۴۲	درجه آزادی
-	۰/۲۴۱	۰/۰۲۶	-	۰/۲۲۶	۰/۰۲۵	-	۰/۲۴۲	۰/۰۲۶	Srd.err
-	۱۶/۸۷۰	۴۰/۵۲۰	-	۱۵/۸۱۲	۴۱/۴۲۷	-	۱۶/۸۶۱	۴۰/۵۹۶	آماره t
۱۷۰۲/۶۷۰	۱۳۸۹/۹۴۰	۱۴۳۱/۴۸۰	۱۷۵۰/۰۰۰	۱۳۸۳/۶۵۰	۱۴۳۴/۰۹۰	۱۷۰۱/۲۳	۱۳۸۸/۲	۱۴۲۹/۹۹	Log (L)
۰/۸۵۸	۰/۹۵۸	۰/۹۳۰	۰/۷۲۰	۰/۹۷۷	۰/۷۴۹	۰/۸۵۴	۰/۹۵۸	۰/۹۲۲	پایداری

در جدول (۵) نمادهای $*$ ، $**$ و $***$ نشان‌دهنده میزان معناداری ضرایب در سطوح به ترتیب ۹۰ درصد، ۹۵ درصد و ۹۹ درصد هستند. برای هر یک از مدل‌های GARCH با استفاده از توزیع‌های نرمال (N)، توزیع t استیودنت و GED، برآوردها انجام شده‌اند. داده‌های مورد بررسی در داخل نمونه شامل ۲۷۹۳ مشاهده از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۷ هستند. میانگین شرطی به صورت $r_t = \mu + u_t$ است. واریانس شرطی نیز به ترتیب برای GARCH، EGARCH و GJR به صورت رابطه (۵)، رابطه (۶) و رابطه (۷) است.

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$\ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \left| \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| + \beta_1 \ln(h_{t-1}) + \varepsilon \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 (1 - I_{\{u_{t-1} > 0\}}) + \beta_1 h_{t-1} + \varepsilon u_{t-1}^2 I_{\{u_{t-1} > 0\}} \quad \text{رابطه (۷)}$$

برای بررسی فرضیه این پژوهش، نیاز است مدل‌های GARCH و SW-GARCH را برای بازار آتی سکه تخمین بنزیم و پس از برآورد با جمع پارامترها جزء ARCH و GARCH، معیاری برای پایداری یا نوسان‌پذیری مدل‌ها به دست آوریم. نتایج برآورد و خلاصه آمارها از مدل‌های SW-GARCH در بازار آتی سکه در جدول (۶) ارائه شده است. تقریباً همه پارامترها در سطح اطمینان ۹۵

درصد به طور معناداری با صفر فاصله دارند. در سطح اطمینان ۹۰ درصد، برآوردهای میانگین شرطی در رژیم پر نوسان SW-GARCH با توزیع‌های نرمال، t استیودنت و GED به‌وضوح معنی‌دارند؛ هرچند پارامترهای ARCH (α_1) در هر دو رژیم نوسانات مدل گارچ چرخشی مارکوف با خطای نرمال معنی‌دار است. برای چک کردن دقت مدل‌های SW-GARCH، خودهمبستگی در پسماندهای استانداردشده و مربعات پسماندهای استانداردشده را بررسی کردیم. نتایج حاکی از آن است که فرض نرمال بودن برای خطاهای استانداردشده در مدل SW-GARCH برای به‌تصویرکشیدن و ثبت ناهمسانی واریانس در بازار آتی سکه رد می‌شود. نتایج نشان می‌دهند که برای مدل‌های SW-GARCH، واریانس شرطی در رژیم پر نوسان حدود چهار برابر بزرگ‌تر از رژیم‌های کم نوسان است. مقدار واریانس شرطی در رژیم‌های کم نوسان حدود ۰/۰۰۶ و در رژیم‌های پر نوسان حدود ۰/۲ است که تقریباً چهار برابر رژیم‌های کم نوسان است. این یافته‌ها تأیید می‌کند که فرآیند نوسانات در بازار آتی سکه به‌وسیله دو رژیم متفاوت قابل توصیف است. همچنین تفاوت زیادی که بین واریانس هر رژیم وجود دارد نشان می‌دهد که در مدل‌های نوسانات، چرخش رژیم‌ها لازم و ضروری است. سطح نوسانات بلندمدت به برآوردهای پارامتر ثابت α_0 بستگی دارد.

جدول (۶) نتایج برآورد مدل‌های گارچ چرخشی مارکوف برای بازار آتی سکه

Table (6) Results of estimating Markov switching GARCH models for the future gold coin market

مدل‌های گارچ چرخشی مارکوف (SW-GARCH)								
Normal		t استیودنت (۲)		t استیودنت		GED		
رژیم کم‌نوسان	رژیم پر نوسان	رژیم کم‌نوسان	رژیم پر نوسان	رژیم کم‌نوسان	رژیم پر نوسان	رژیم کم‌نوسان	رژیم پر نوسان	
۰/۰۶۸	-۰/۰۰۹	۰/۲۲۹	-۰/۰۴۰	۰/۲۳۰	-۰/۰۴۲	۰/۰۶۱	-۰/۰۰۰	μ
۰/۰۰۶	۰/۰۶۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	Srd.err
۱۱/۷۲۰	-۰/۱۳۶	۲۶/۰۶۰	۶/۱۷۵	۲۶/۱۴۲۰	۶/۲۶۰	۴۱۳/۵۰۶	-۰/۱۱۹	آماره t
۰/۰۱۲	-۰/۷۳۶	۰/۰۰۲	۰/۰۴۷	۰/۰۰۲	۰/۰۴۴	۰/۲۲۳	۰/۰۰۰	α_0
۰/۰۰۲	۰/۰۸۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۸۴	۰/۰۰۰	Srd.err
۵/۲۰۰	۸/۱۴۰	۱/۶۲۰	۸/۴۶۰	۱/۷۷۰	۸/۹۳۰	۲/۶۶۰	۰/۵۳۰	آماره t
۰/۴۷۷	۰/۶۰۱	۰/۱۳۱	۰/۸۲۴	۰/۱۳۷	۰/۸۰۲	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰	α_1
۰/۰۴۸	۰/۱۳۹	۰/۰۲۵	۰/۱۲۵	۰/۰۲۵	۰/۱۱۲	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰	Srd.err
۹/۸۹۰	۴/۶۵۰	۵/۳۱۰	۶/۶۰۰	۵/۱۳۸	۷/۱۳۶	۰/۹۶۰	۰/۲۶۰	آماره t
۰/۲۵۵	-۰/۳۷۵	-۰/۸۶۸	۰/۰۸۰	-۰/۸۷۲	۰/۰۸۳	۰/۶۹۶	۰/۰۰۰	β_1
۰/۰۲۶	۰/۱۴۹	۰/۰۲۴	۰/۰۳۸	۰/۰۲۴	۰/۰۳۸	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰	Srd.err
۹/۸۶۰	۲/۵۱۰	۳۶/۷۴۰	۲/۱۳۰	۳۵/۲۷۴	۲/۲۱۴	۶۰/۵۳۰	۰/۸۳۰	آماره t
۰/۸۸۴		۰/۹۶۹		۰/۹۶۸		۰/۳۱۰		P
۰/۰۱۴		۰/۰۰۶		۰/۰۰۶		۰/۰۲۴		Srd.err
۶۱/۷۶۰		۱۵۹/۵۵۰		۱۵۵/۰۱۰		۳۹/۲۸۰		آماره t
۰/۰۰۷		۰/۹۷۲		۰/۹۷۲		۰/۹۶۹		q
۰/۰۶۰		۰/۰۰۶		۰/۰۰۶		۰/۰۸۷		Srd.err
۰/۱۱۸		۱۵۸/۰۲۰		۱۶۰/۲۳۰		۳/۵۸۰		آماره t
-		۳/۹۸۰		۳/۴۷۰		۳/۷۰۳		درجه آزادی
-		۰/۳۴۹		۰/۲۷۶		۰/۰۱۸		Srd.err

آماره t	۱۴/۲۴۰	۱۷/۵۳۰	۱۱/۴۲۰	۱۲/۵۹۰	-
Log (L)	۱۹۹۶/۱۵۰	۱۱۸۶/۳۶۰	۱۱۶۷/۷۳۰	۱۳۸۴/۶۰۰	-
σ^2	۰/۰۰۰	۲۲/۱۶۸	۰/۳۹۵	۶/۷۵۰	۰/۳۹۵
π	۰/۹۵۷	۰/۰۴۲	۰/۵۳۹	۰/۴۶۰	۰/۸۹۵
پایداری	۰/۰۰۰	۰/۹۸۹	۰/۸۸۶	۰/۹۹۹	۰/۷۳۳

در جدول (۶) $***$ و $**$ بیانگر معنی‌داری ضرایب برآوردشده در سطح ۹۰ درصد، ۹۵ درصد و ۹۹ درصد است. σ^2 بیانگر واریانس غیرشرطی در هر رژیم است؛ واریانس شرطی به شرح رابطه (۸) است.

$$E(h_{t-1} | s_t = i) = \sum_{j=1}^2 \overline{p_{j|t-1}} [\mu_{st-1=j}^2 + h_{t-1, st-1=j}] - \left[\sum_{j=1}^2 \overline{p_{j|t-1}} [\mu_{st-1=j}^2] \right]^2 \quad \text{رابطه (۸)}$$

برای هر رژیم مقدار $\alpha^{(i)}$ را با $\sigma^{(i)} = (\alpha_0^i / (1 - \alpha_1^i - \beta_1^i))^{1/2}$ جایگزین می‌کنیم و احتمال غیرشرطی بودن در رژیم دیگر است. پایداری شوک‌ها در i امین رژیم نیز نشان داده شده است و از رابطه (۹) و رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود:

$$P(s_t = 1) = \frac{1 - q}{2 - p - q} \quad \text{رابطه (۹)}$$

$$P(s_t = 2) = \frac{1 - p}{2 - p - q} \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

در جدول (۶)، مدل‌های SW-GARCH با توزیع‌های شرطی مختلف برآورد شده‌اند. تعداد داده‌های داخل نمونه‌ای ۲۷۹۳ داده است و همگی تأیید می‌کنند که دو رژیم در بازار آتی سکه وجود دارد؛ زیرا تفاوت بین دو رژیم و مقادیر آماره‌های به‌دست‌آمده به‌وضوح مشاهده می‌شود. این نتایج نشان می‌دهد که مدل‌های SW-GARCH با توزیع‌های شرطی مختلف، قابلیت توصیف نوسانات با دو رژیم مختلف در بازار آتی سکه را دارند و تفاوت‌های قابل‌ملاحظه‌ای بین دو رژیم مشاهده می‌شود. این موضوع به‌خوبی نشان می‌دهد که تغییرات در نوسانات بازار می‌توانند به‌صورت چرخشی بروز کنند و مدل‌های SW-GARCH به‌خوبی این تغییرات را توصیف می‌کنند. میانگین شرطی به‌صورت $\Gamma_t = \mu^{(i)} + u_t$ است.

برای استخراج تلاطم شرطی بازار ارز و بازار آتی سکه، مدل‌های MS-EGARCH برای این دو متغیر برآورد شده‌اند که نتایج آن‌ها در جدول (۷) و جدول (۱۰) گزارش شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تخمین‌ها بر اساس ۶ نوع توزیع شرطی جملات خطا انجام شده است. اهمیت این مسئله از آنجاست که اگر جملات خطا در واقع توزیع نرمال یا t استیودنت را نداشته باشند، انحراف معیارهای برآوردی قابل‌اتکا نخواهند بود. ملاک انتخاب بهترین تصریح از بین مدل‌های برآوردشده، مقدار لگاریتم

راست‌نمایی و معیار اطلاعاتی آکاییک و یا شوارتز بی‌زین است. از این‌رو، برای بازار ارز و بازار آتی سکه مدل‌هایی که بر اساس توزیع شرطی GED چوله هستند نسبت به دیگر مدل‌ها مزیت دارند. بر این اساس به تفسیر مدل‌های برآوردی با این توزیع شرطی پرداخته می‌شود؛ سپس واریانس شرطی (تلاطم) بازده متغیرها با استفاده از مدل‌های مذکور محاسبه و استخراج می‌شوند.

جدول (۷) نتایج برآورد مدل‌های MS-EGARCH بازار ارز

Table (7) Results of estimating MS-EGARCH models for the foreign exchange market

Normal		t-student		GED		Skewed normal		Skewed t-student		Skewed GED		Conditional distributions
Coef	t value	Coef	t value	Coef	t value	parameters	t value	Coef	t value	Coef	t value	parameters
-۰/۰۵۱	-۵/۶۳۳	-۰/۰۱۰	-۲/۷۵۹	-۰/۰۸۹	۲/۵۵۴	$\alpha_{0/1}$	-۵/۲۷۰	-۰/۰۸۸	-۵/۸۵۴	-۰/۰۷۹	-۷/۴۵۱	$\alpha_{0/1}$
-۰/۰۷۴	۴/۰۳۳	۰/۶۶۹	۶/۵۶۴	۰/۷۸۹	۱/۱۹۴	$\alpha_{1/1}$	۳/۹۸۲	۰/۱۳۹	۴/۱۲۵	۰/۲۷۴	۳/۹۳۳	$\alpha_{1/1}$
-۰/۰۴۶	۶/۲۸۰	۰/۱۳۸	۲/۱۵۷	-۰/۰۶۹	۱/۴۵۰	$\alpha_{2/1}$	۵/۸۴۱	-۰/۰۳۶	۱/۶۵۸	-۰/۰۳۴	-۰/۰۴۴	$\alpha_{2/1}$
-۰/۹۸۲	۶۸۵	۰/۹۹۸	۱۴۴۳	۰/۹۸۷	۲/۰۷۵	β_1	۵۶۰/۰۹۸	۰/۹۹۱	۶۴۵	۰/۹۹۱	۶۶۹	β_1
-	-	۲/۱۵۵	۲۶۷/۳۶۳	۰/۷۰۰	۸/۷۸۹	ν_{u_1}	-	۳/۵۰۷	۴/۵۵۵	۰/۷۰۵	۴۵۳/۸۵۵	ν_{u_1}
-	-	-	-	-	-	ξ_{11}	۲۴/۵۵۹	۱/۱۳۳	۲۵/۹۳۳	۱/۰۰۰	۱۵۴۹	ξ_{11}
-۰/۰۰۲	-۱/۲۵۳	۰/۰۸۰	۰/۹۹۳	-۰/۰۰۵	-۱/۴۱۷	$\alpha_{0/2}$	-۱/۱۹۶	۰/۰۷۹	۲/۸۰۵	۰/۰۰۲	-۰/۲۵۴	$\alpha_{0/2}$
۰/۰۱۱	۶/۳۵۷	۱/۰۴۶	۱۰/۳۱۳	۰/۰۶۶	۳/۵۵۴	$\alpha_{1/2}$	۶/۲۹۱	۰/۲۷۴	۴/۳۷۴	۰/۰۴۰	-۰/۸۱۲	$\alpha_{1/2}$
-۰/۱۹۵	۱۴/۱۹۷	۰/۰۳۷	-۰/۴۴۶	۰/۱۰۱	۴/۵۸۸	$\alpha_{2/2}$	۱۴/۰۹۷	۰/۰۷۳	۲/۴۵۶	۰/۱۵۵	۳/۱۰۰	$\alpha_{2/2}$
-۰/۹۸۷	۲۸۱۸	۰/۷۴۴	۳۷/۳۳۴	۰/۹۹۸	۱/۳۶۷	β_2	۲۸۰۰	۰/۹۸۷	۳۰۴	۰/۹۹۶	۳۴۶	β_2
-	-	۳/۵۴۲	۱۷/۶۲۹	۰/۹۰۹	۱/۱۷۳	ν_{u_2}	-	۳/۳۱۹	۷/۱۴۲	۰/۹۷۳	۸/۰۷۰	ν_{u_2}
-	-	-	-	-	-	ξ_{12}	۱۸/۷۴۰	۰/۸۵۹	۱۹/۱۲۷	۰/۸۵۸	۲۶/۳۷۰	ξ_{12}
۰/۸۶۲	۳۳/۴۸۱	۰/۹۳۰	۵۱/۴۸۵	۰/۸۵۰	۱/۶۲۱	$P_{1/1}$	۳۲/۴۰۹	۰/۸۷۹	۳۳/۳۹۹	۰/۹۱۷	۳۹/۰۴۲	$P_{1/1}$
۰/۳۲۱	۱۶/۳۰۲	۰/۱۷۲	۲۰/۵۰۱	۰/۱۶۹	۲/۴۶۲	$P_{2/1}$	۱۶/۲۵۵	۰/۱۶۳	۴/۷۱۲	۰/۱۶۶	۹/۷۲۰	$P_{2/1}$
-۰/۰۰۸	-	۶/۴۱۴	-	۱/۱۵۴	-	unconditional volatility_1	-	۰/۰۰۶	-	۰/۰۱۸	-	unconditional volatility_1
۷/۱۵۰	-	۵/۲۶۱	-	۰/۳۶۸	-	unconditional volatility_2	-	۵۱/۳۱۳	-	۳/۶۲۶	-	unconditional volatility_2
-۳۲۸۲	-	-۳۲۷۹	-	-۳۲۲۶	-	LL	-	-۳۲۴۸	-	-۳۲۲۱	-	LL
۷۲۸۴	-	۷۲۷۰	-	۷۲۶۴	-	AIC	-	۷۲۲۵	-	۷۲۶۰	-	AIC
۷۴۵۰	-	۷۴۵۲	-	۷۳۳۶	-	BIC	-	۷۴۰۷	-	۷۳۵۱	-	BIC

باتوجه به نتایج جدول (۷)، ضرایب پارامترهای مدل برآوردی برای بازده ارز با توزیع شرطی GED چوله، نشان می‌دهد که در رژیم اول نسبت به رژیم دوم تلاطم غیرشرطی کمتر است. همچنین ضریب پارامتر α_2 در رژیم اول منفی اما در سطح اطمینان ۹۵ درصد فاقد معناداری است؛ بنابراین هرگونه شوکی در این رژیم تلاطم شرطی را افزایش می‌دهد. در رژیم دوم ضریب پارامتر α_1 در سطح اطمینان ۹۵ درصدی فاقد معناداری است در صورتی که ضریب α_2 معنادار و مثبت است. در نتیجه شوک‌های منفی بازده ارز، تلاطم را کاهش می‌دهد و شوک‌های مثبت بازده ارز تلاطم شرطی ارز را افزایش می‌دهند؛ یعنی در هنگام رشد نرخ ارز، بازار متلاطم‌تر از مواقع افت نرخ ارز می‌شود. از سوی دیگر باتوجه به ضریب بتا می‌توان نتیجه گرفت که در رژیم اول پایداری فرآیند تلاطمی تقریباً مشابه رژیم دوم است. در نتیجه شوک‌ها در رژیم دوم نسبت به رژیم اول ماندگاری یکسانی در فرآیند تلاطمی دارند.

باتوجه به ضریب ν می‌توان بیان کرد که توزیع شرطی در رژیم اول کشیده‌تر از توزیع شرطی در رژیم دوم است. همچنین باتوجه به ضریب ξ می‌توان بیان کرد که چولگی توزیع در رژیم اول کمتر از رژیم دوم است در نتیجه توزیع در رژیم اول متقارن‌تر است زیرا ξ برابر یک است که به معنی متقارن بودن توزیع در رژیم اول است.

جدول (۸) احتمالات غیرشرطی زنجیره مارکوف مدل برآوردی بازده ارز

Table (8) Non-Conditional Probabilities of the Markov Chain for Estimated Currency Returns

احتمال	رژیم
۷۴/۳۲	اول
۵۲/۵۴	دوم

باتوجه به جدول (۸)، احتمال غیرشرطی زنجیره مارکوف مبنی بر بودن در رژیم اول ۷۴ درصد و بودن در رژیم دوم ۵۲ درصد است.

جدول (۹) ماتریس انتقال مدل برآوردی بازده ارز

Table (9) Transition Matrix of the Estimated Currency Return Model

رژیم اول در زمان $t + 1$	رژیم دوم در زمان $t + 1$
۸۱/۲۱	۹/۳۴
۱۷/۴۲	۷۲/۸۵

مطابق جدول (۹)، ملاحظه می‌شود که احتمال انتقال (روزانه) از رژیم دوم به رژیم اول ۱۷/۴۲ درصد و از رژیم اول به رژیم دوم ۹/۳۴ درصد است که ماندگاری بیشتر رژیم اول را نمایان می‌کند. رژیم اول را به دلیل ویژگی‌های مذکور می‌توان شرایط آرامش بازار و رژیم دوم را شرایط آشفته‌بازار نام‌گذاری نمود.

جدول (۱۰) نتایج برآورد مدل‌های MS-EGARCH بازار آتی سکه

Table (10) Results of estimating MS-EGARCH models for the future gold coin market

normal		t-student		GED		Skewed normal		Skewed t-student		Skewed GED		Conditional distributions parameters
Coef	t value	Coef	t value	Coef	t value	Coef	t value	Coef	t value	Coef	t value	
-۰/۰۴۰	-۴/۶۲۳	-۰/۰۱۴	-۲/۷۵۹	-۰/۰۸۹	۲/۵۵۴	-۰/۰۶۷	-۵/۲۷۰	-۰/۰۸۸	-۵/۸۵۴	-۰/۰۷۹	-۶/۴۲۱	$\alpha_{0/1}$
-۰/۰۸۱	۴/۰۳۳	۰/۴۶۹	۶/۵۶۴	۰/۷۸۶	۱/۱۹۴	-۰/۰۷۸	۳/۹۸۲	-۰/۱۳۹	۴/۱۲۵	-۰/۲۷۴	۲/۷۳۳	$\alpha_{1/1}$
-۰/۰۴۴	۷/۲۸۰	۰/۱۳۸	۲/۱۵۷	۰/۰۶۹	۱/۴۵۰	-۰/۰۵۷	۵/۸۴۱	-۰/۰۳۶	۱/۶۵۸	-۰/۰۲۴	-۰/۴۰۴	$\alpha_{2/1}$
-۰/۹۷۸	۸۵۵	۰/۹۹۸	۱۴۴۳	۰/۹۸۷	۲/۰۷۵	-۰/۹۹۳	۵۶/۰۹۸	-۰/۹۹۱	۶۴۵	-۰/۹۹۱	۶۶۹	β_1
-	-	۲/۱۵۵	۳۶۷/۳۶۳	۰/۷۰۰	۸/۷۸۶	-	-	۳/۵۰۷	۴/۵۵	-۰/۷۰۵	۴۵۳/۸۵۵	ν_1
-	-	-	-	-	-	۱/۱۳۳	۳۴/۵۵۹	۱/۱۳۳	۲۵/۹۳۳	۱/۰۰۰	۱۵۴۹	ξ_1
-۰/۰۰۷	-۲/۲۸۳	۰/۰۹۳	-۰/۹۹۳	-۰/۰۰۵	-۱/۴۱۷	-۰/۰۰۰	-۱/۱۹۶	-۰/۰۷۹	۲/۸۰۵	-۰/۰۰۲	۰/۳۴۵	$\alpha_{0/2}$
-۰/۰۲۰	۶/۱۳۵۷	۱/۰۴۶	۱۰/۳۱۳	۰/۰۶۶	۳/۵۵۴	-۰/۰۱۶	۶/۲۹۱	-۰/۲۷۴	۴/۳۷۴	-۰/۰۴۰	۰/۸۱۲	$\alpha_{1/2}$
-۰/۱۵۶	۱۵/۱۹۷	۰/۰۳۷	-۰/۴۴۶	-۰/۱۰۱	۴/۵۸۸	-۰/۱۶۷	۱۴/۰۹۷	-۰/۰۷۳	۲/۴۶۵	-۰/۱۵۵	۳/۱۰۰	$\alpha_{2/2}$
-۰/۹۹۲	۳۲۱۸	۰/۶۴۴	۳۷/۳۲۴	۰/۹۹۸	۱/۳۶۷	-۰/۹۹۸	۲۸۰۰	-۰/۹۸۷	۳۰۴	-۰/۹۹۶	۳۴۶	β_2
-	-	۲/۵۴۲	۱۷/۶۲۹	۰/۹۰۹	۱/۱۷۳	-	-	۳/۳۱۹	۷/۱۴۲	-۰/۹۷۳	۸/۰۷۰	ν_2
-	-	-	-	-	-	-۰/۹۴۸	۱۸/۷۴۰	-۰/۸۵۹	۱۹/۱۲۷	-۰/۸۵۸	۲۶/۳۷۰	ξ_2

۰/۷۴۵	۳۴/۴۸۱	۰/۹۳۰	۵۱/۴۸۵	۰/۸۵۰	۱/۶۲۱	۰/۸۷۰	۳۲/۴۰۹	۰/۸۷۹	۳۳/۳۹۹	۰/۹۱۷	۲۹/۰۴۲	$P_{1/1}$
۰/۲۸۱	۱۵/۳۰۲	۰/۲۷۲	۲۰/۵۰۱	۰/۱۴۹	۲/۴۶۲	۰/۳۰۴	۱۶/۲۵۵	۰/۱۶۳	۴/۷۱۲	۰/۱۴۶	۸/۷۳۴	$P_{2/1}$
۰/۰۰۵	-	۸/۷۱۴	-	۲/۱۶۵	-	۰/۰۰۶	-	۰/۰۰۵	-	۰/۰۲۷	-	unconditional volatility_1
۷/۲۵۱	-	۵/۱۶۶	-	۰/۳۵۲	-	۷/۴۳۶	-	۴۹/۳۱۸	-	۳/۷۵۶	-	unconditional volatility_2
-۳۰۸۲	-	-۳۰۷۷	-	-۳۰۲۵	-	-۳۰۸۱	-	-۳۰۴۵	-	-۳۰۲۲	-	LL
۶۳۸۲	-	۶۳۷۲	-	۶۳۶۷	-	۶۳۷۶	-	۶۳۱۶	-	۶۳۶۱	-	AIC
۶۴۶۱	-	۶۴۶۳	-	۶۳۵۷	-	۶۴۶۶	-	۶۴۱۸	-	۶۳۶۲	-	BIC

باتوجه به نتایج جدول (۱۰)، ضرایب پارامترهای مدل برآوردی برای بازده ارز با توزیع شرطی GED چوله، نشان می‌دهد که در رژیم اول نسبت به رژیم دوم تلاطم غیرشرطی کمتر است. همچنین ضریب پارامتر α_2 در رژیم اول منفی اما در سطح اطمینان ۹۵ درصد فاقد معناداری است؛ بنابراین هرگونه شوکی در این رژیم تلاطم شرطی را افزایش می‌دهد. در رژیم دوم ضریب پارامتر α_1 در سطح اطمینان ۹۵ درصدی فاقد معناداری است در صورتی که ضریب α_2 معنادار و مثبت است. در نتیجه شوک‌های منفی بازده ارز، تلاطم را کاهش می‌دهد و شوک‌های مثبت بازده ارز تلاطم شرطی ارز را افزایش می‌دهند؛ یعنی در هنگام رشد نرخ ارز، بازار متلاطم‌تر از مواقع افت نرخ ارز می‌شود. از سوی دیگر باتوجه به ضریب β_1 می‌توان نتیجه گرفت که در رژیم اول پایداری فرآیند تلاطمی تقریباً مشابه رژیم دوم است. در نتیجه شوک‌ها در رژیم دوم نسبت به رژیم اول ماندگاری یکسانی در فرآیند تلاطمی دارند. باتوجه به ضریب ν می‌توان بیان کرد که توزیع شرطی در رژیم اول کشیده‌تر از توزیع شرطی در رژیم دوم است. همچنین باتوجه به ضریب ξ_1 می‌توان بیان کرد که چولگی توزیع در رژیم اول کمتر از رژیم دوم است در نتیجه توزیع در رژیم اول متقارن‌تر است؛ زیرا ξ_1 برابر یک است که به معنی متقارن بودن توزیع در رژیم اول است.

جدول (۱۱) احتمالات غیرشرطی زنجیره مارکوف مدل برآوردی بازار آتی سکه

Table (11) Non-Conditional Probabilities of the Markov Chain for Estimated Future Gold Coin Market Returns

احتمال	رژیم
۶۲/۴۴	اول
۴۹/۷۶	دوم

باتوجه به جدول (۱۱)، احتمال غیرشرطی زنجیره مارکوف مبنی بر بودن در رژیم اول ۶۲ درصد و بودن در رژیم دوم ۴۹ درصد است.

جدول (۱۲) ماتریس انتقال مدل برآوردی بازار آتی سکه

Table (12) Transition Matrix of the Estimated Future Gold Coin Market Return Model

رژیم اول در زمان $t + 1$	رژیم دوم در زمان $t + 1$	رژیم اول در زمان t
۷۷/۹۲	۸/۵۲	رژیم اول در زمان t
۱۶/۷۴	۶۷/۸۲	رژیم دوم در زمان t

مطابق جدول (۱۲)، ملاحظه می‌شود که احتمال انتقال (روزانه) از رژیم دوم به رژیم اول ۱۶/۷۴ درصد و از رژیم اول به رژیم دوم ۸/۲۵ درصد است که ماندگاری بیشتر رژیم اول را مشخص می‌نماید. به دلیل ویژگی‌های مذکور، می‌توان رژیم اول را به شرایط آرامش بازار و رژیم دوم را به شرایط آشفته بازار تعمیم داد.

با استفاده از مدل اتورگرسیو برداری به بررسی انتقال شوک و پاسخ ضربه هرکدام از متغیرها می‌پردازیم.

جدول (۱۳) آزمون اتورگرسیو برداری (VAR)
Table (13) Vector Autoregression (VAR) Test

بازار آتی سکه	بازار ارز		
۰/۳۷۴	۰/۰۷۴	ضریب	
۰/۰۰۰	۰/۳۷۰	P-VALUE	بازار آتی سکه (۱)
۸/۳۳۰	۰/۸۳۵	t-statistics	
۰/۰۷۴	۰/۰۴۷	ضریب	
۰/۰۰۰	۰/۰۸۳	P-VALUE	بازار آتی سکه (۲)
۸/۷۴۰	۱/۴۶۵	t-statistics	
۰/۰۹۸	۰/۳۴۷	ضریب	
۰/۴۸۷	۰/۰۳۹	P-VALUE	بازار ارز (۱)
۰/۶۴۷	۱/۷۴۰	t-statistics	
۰/۰۵۸	۰/۰۸۹	ضریب	
۰/۸۷۵	۰/۲۸۹	P-VALUE	بازار ارز (۲)
۰/۳۷۴	۰/۸۷۹	t-statistics	

باتوجه به نتایج حاصل از جدول (۱۳)، مشخص می‌شود که بازار آتی سکه در کوتاه‌مدت پاسخی مثبت و در بلندمدت پاسخی منفی به این تکانه می‌دهد. بازار آتی سکه نمی‌تواند به بازار ارز تکانه‌ای وارد کند و پاسخی نیز دریافت نمی‌کند.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

سرریز نوسانات و سرایت تلاطم میان بازارهای اقتصادی و شاخص‌های مالی حاکی از فرآیند انتقال اطلاعات میان این بازارها است. هنگامی که بازارهای مالی با یکدیگر در ارتباط هستند، اطلاعات و یا شوک‌هایی در یک بازار می‌توانند بازارهای دیگر را تحت تأثیر قرار دهند. این مطالعه به دنبال شناسایی ارتباط بین این بازارها با یکدیگر و نحوه تلاطم و سرریز نوسانات هر بازار است و این موضوع برای

افراد دانشگاهی و نظریه‌پردازان علم مالی به دلیل استفاده از آن در پیش‌بینی و مدیریت ریسک، مهم و مفید است. نتایج این پژوهش، باتوجه‌به استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی و آماری، نشان می‌دهد که برای مدل‌سازی نوسانات بازار، دو رژیم مختلف (رژیم پرنوسان و کم‌نوسان) باید در نظر گرفته شود و این تفکیک باعث بهبود مدل‌سازی و دقت پیش‌بینی می‌شود. برای این منظور، بازدهی شاخص قیمت کل (TEPIX) به‌عنوان نماینده‌ای برای محاسبه نوسانات بازار در نظر گرفته شده است و مطالعه حاضر به تفاوت نسبت به پژوهش‌های قبلی خود می‌پردازد. این پژوهش می‌تواند به افراد و سازمان‌های حقیقی و حقوقی کمک کند تا در کنترل ریسک و مدیریت آن و همچنین در اتخاذ تصمیمات و سیاست‌های کاربردی مرتبط با سرمایه‌گذاری کم‌ریسک در زمان مناسب و در بازارهای مناسب، از این نتایج بهره‌برداری کنند. در این مسیر، شناخت دقیق‌تر شوک‌ها و تأثیر نوسانات بر هم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌طورکلی، نتایج این پژوهش می‌تواند به‌عنوان یک ابزار قوی و کاربردی در زمینه‌های مدیریت ریسک و تصمیم‌گیری‌های مالی مورد استفاده قرار گیرد. در خصوص اثر سرایت‌پذیری تلاطم از بازار ارز به بازار آتی سکه بر اساس نتایج مندرج در **جدول (۵)** باتوجه‌به معناداری ضرایب a_{11} و a_{22} سطح معنای ۱ درصد بازدهی‌های بازار آتی طلا و ارز از بازدهی با وقفه خود اثرپذیر هستند که اثرپذیری بازار آتی سکه از بازدهی با وقفه خود ($0/389$) بیشتر از اثرپذیری بازار ارز از بازدهی با وقفه خود ($0/067$) است. همچنین ضریب a_{12} در سطح معنای ۵ درصد نیز معنادار است که نشان‌دهنده سرایت‌پذیری بازدهی بازار آتی سکه از بازدهی ارز است. درحالی‌که سطح معنی‌داری ضریب a_{21} نشان‌دهنده این است که سرایت‌پذیری بازدهی از بازار ارز به بازار آتی سکه وجود دارد. باتوجه‌به معناداری ضرایب آرچ مدل (C_{11} و C_{22}) در سطح معنای ۱ درصد هر دو بازار از شوک‌های خود اثرپذیر می‌باشند همچنین معناداری ضرایب گارچ مدل (g_{11} و g_{22}) در سطح معنای ۱ درصد هر دو بازار از نوسانات گذشته خود اثرپذیر هستند. همچنین معنی‌داری ضرایب C_{12} و g_{12} نشان‌دهنده این است که شوک و ریسک تلاطم از بازار ارز به بازار آتی سکه سرایت‌پذیر است. ازاین‌رو، این پژوهش با پژوهش مظفرنیا و همکاران (Mozafarnia et al., 2021) و محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2020)، همسو است.

همچنین در خصوص اثر سرایت‌پذیری تلاطم از بازار آتی سکه به بازار ارز باتوجه‌به نتایج حاصل از برآورد مدل گارچ دومتغیره BEKK برای بازارهای آتی سکه و ارز در **جدول (۵)** و باتوجه‌به معناداری ضرایب a_{11} و a_{22} در سطح معنای ۱ درصد بازدهی‌های بازار آتی طلا و ارز از بازدهی با وقفه خود اثرپذیر هستند که اثرپذیری بازار آتی سکه از بازدهی با وقفه خود ($0/389$) بیشتر از اثرپذیری بازار ارز از بازدهی با وقفه خود ($0/067$) است. ازاین‌رو سرایت‌پذیری تلاطم از بازار آتی سکه به بازار ارز وجود ندارد. در خصوص اثر سرایت‌پذیری تلاطم از بازار ارز به بازار آتی سکه در رژیم‌های مختلف است.

باتوجه به نتایج حاصل از پژوهش مشخص شد ضرایب پارامترهای مدل برآوردی برای بازده ارز با توزیع شرطی GED چوله، نشان می‌دهد که رژیم اول نسبت به رژیم دوم تلاطم غیرشرطی کمتر است. همچنین ضریب پارامتر α_2 در رژیم اول منفی اما در سطح اطمینان ۹۵ درصد فاقد معناداری است؛ بنابراین هرگونه شوکی در این رژیم تلاطم شرطی را افزایش می‌دهد. در رژیم دوم ضریب پارامتر α_1 در سطح اطمینان ۹۵ درصدی فاقد معناداری است در صورتی که ضریب α_2 معنادار و مثبت است. در نتیجه شوک‌های منفی بازده ارز، تلاطم را کاهش می‌دهد و شوک‌های مثبت بازده ارز تلاطم شرطی ارز را افزایش می‌دهند؛ یعنی در هنگام رشد نرخ ارز، بازار متلاطم‌تر از مواقع افت نرخ ارز می‌شود. از سوی دیگر باتوجه به ضریب بتا می‌توان نتیجه گرفت که در رژیم اول پایداری فرآیند تلاطمی تقریباً مشابه رژیم دوم است؛ بنابراین، مشخص شد که اثر سرایت‌پذیری تلاطم از بازار ارز به بازار آتی سکه در رژیم‌های مختلف متفاوت است. پیشنهادهای ارائه شده در راستای نتایج به دست آمده و همچنین تقویت مدل موجود ارائه شده است. به همین منظور پژوهشگر معتقد است که:

- اثر سرایتی تلاطم از بازار ارز به بازار آتی سکه، ریسک قابل توجهی برای سرمایه‌گذارانی است که در هر دو بازار قرار دارند. سرمایه‌گذاران با اطلاع از آخرین شرایط بازار، اتخاذ تدابیر مناسب برای مدیریت سرمایه‌گذاری‌های خود و تنوع بخشیدن به سبد سرمایه‌گذاری خود، می‌توانند خطرات ناشی از تلاطم بازار را کاهش دهند.
- سرایت‌پذیری تلاطم از بازار ارز به بازار آتی سکه پیامدهای مهمی برای فعالان بازار و سیاست‌گذاران دارد. معامله‌گران و سرمایه‌گذاران باید از اثرات مسری احتمالی تلاطم در بازار ارز آگاه باشند و اقدامات مدیریت ریسک مناسب را انجام دهند.
- سیاست‌گذاران باید تأثیر بالقوه تغییرات نظارتی یا سایر مداخلات را بر انتقال آشفستگی بین بازارها در نظر بگیرند.
- مدل نظری ما که توسط شواهد تجربی پشتیبانی می‌شود، نشان می‌دهد که تلاطم در بازار ارز می‌تواند به بازار آتی سکه سرایت کند و منجر به افزایش نوسانات و ریسک برای فعالان بازار شود.
- مطالعه ما بر اهمیت مدیریت ریسک و برنامه‌ریزی احتمالی برای فعالان بازار و سیاست‌گذاران تأکید می‌کند. پتانسیل ایجاد سرایت و اثرات سرریز بین بازارها، نیاز به شیوه‌های مدیریت ریسک قوی و برنامه‌های اضطراری را برجسته می‌کند که می‌تواند تأثیر تلاطم در یک بازار را بر بازارهای دیگر کاهش دهد. سیاست‌گذاران باید تأثیر بالقوه تغییرات نظارتی یا سایر مداخلات را بر انتقال آشفستگی بین بازارها و پیامدهای بالقوه برای ثبات مالی در نظر بگیرند.

• باتوجه‌به نتایج حاصل از پژوهش مشخص شد که نه‌تنها هر یک از بازارها به‌تنهایی اثرات مختلفی از خود نشان می‌دهند و شدت نوسانات مختلفی دارند که می‌تواند باعث آشفتگی یا آرامش بازار شوند؛ بلکه سرایت تلاطم آن‌ها در رژیم‌های مختلف متفاوت است؛ بنابراین لازم است که در هنگام سرمایه‌گذاری به افق‌های سرمایه‌گذاری در رژیم‌های مختلف و اثرات سرایت تلاطم بازارها در رژیم‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

۶- تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع در این پژوهش وجود ندارد.

۷- منابع

- Abounoori, E., Tehrani, R., & Sabouri, H. (2021). Risk Spillover from Financial Sector to Real Sector using the Conditional Coincidence Index (CCX): Case Study of Iranian Capital Market. *Financial Economics*, 15(56), 1-24. [In Persian]
- Akbar, M., Iqbal, F., & Noor, F. (2019). Bayesian analysis of dynamic linkages among gold price, stock prices, exchange rate and interest rate in Pakistan. *Resources Policy*, 62, 154-164.
- Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters*, 20, 192-198.
- Brunnermeier, M. K., & Oehmke, M. (2013). Bubbles, Financial Crises, and Systemic Risk. *Handbook of the Economics of Finance*, 1221-1288.
- Corbet, S., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Datestamping the Bitcoin and Ethereum bubbles. *Finance Research Letters*, 26, 81-88.
- Dai Pra, P., Runggaldier, W. J., Sartori, E., & Tolotti, M. (2009). Large portfolio losses: A dynamic contagion model. *The Annals of Applied Probability*, 19(1), 347-394.
- Davoodi, S. M. R., Marzieh Karami Chamgordani, M., & Hashemi, S. A. (2023). Optimal hedging of quantitative risk based on Markov regime change in coin futures contract. *Advances in Finance and Investment*, 4(2), 31-56. [In Persian]
- Ding, Q., Huang, J., Gao, W., & Zhang, H. (2022). Does political risk matter for gold market fluctuations? A structural VAR analysis. *Research in International Business and Finance*, 60, 101618.
- Elsayed, A. H., Naifar, N., Nasreen, S., & Tiwari, A. K. (2022). Dependence structure and dynamic connectedness between green bonds and financial markets: Fresh insights from time-frequency analysis before and during COVID-19 pandemic. *Energy Economics*, 107, 105842.
- Golitsis, P., Gkasis, P., & Bellos, S. K. (2022). Dynamic spillovers and linkages between gold, crude oil, S&P 500, and other economic and financial variables. Evidence from the USA. *The North American Journal of Economics and Finance*, 63, 101785.

- Haroon, O., & Rizvi, S. A. R. (2020). Flatten the Curve and Stock Market Liquidity – An Inquiry into Emerging Economies. *Emerging Markets Finance and Trade*, 56(10), 2151–2161.
- Hasan, Md. B., Mahi, M., Sarker, T., & Amin, Md. R. (2021). Spillovers of the COVID-19 Pandemic: Impact on Global Economic Activity, the Stock Market, and the Energy Sector. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(5), 200.
- Mohammadi, E., Kazerooni, A., & Asgharpur, H. (2020). The impact of exchange rate on economic growth under different exchange rate regimes (in selected countries developed and developing). *qjfe*, 8(29), 111-134. [In Persian]
- Mozafarnia, M., Fallahshams, M., & Zomorodian, G. (2021). Regime Dependent Effects and Cyclical Volatility Spillover of Exchange Rate and Stock Prices in Iran. *Advances in Finance and Investment*, 2(4), 107-129. [In Persian]
- Nikoomaram, H., Pourzamani, Z., & Dehghan, A. (2013). Spillover Effect On The On Contest Markets For Capital Market. *Journal of Investment Knowledge*, 3(11), 179-200. [In Persian]
- Oak, A. (2022). Saving Indian Villages: British Empire, the Great Depression and Gandhi's Civil Disobedience Movement. *Studies in Indian Politics*, 10(2), 227–241.
- Reboredo, J. C., & Rivera-Castro, M. A. (2014). Gold and exchange rates: Downside risk and hedging at different investment horizons. *International Review of Economics & Finance*, 34, 267–279.
- Rizvi, S. K. A., Naqvi, B., Mirza, N., & Umar, M. (2022). Safe haven properties of green, Islamic, and crypto assets and investor's proclivity towards treasury and gold. *Energy Economics*, 115, 106396.
- Syahri, A., & Robiyanto, R. (2020). The correlation of gold, exchange rate, and stock market on Covid-19 pandemic period. *Jurnal Keuangan Dan Perbankan*, 24(3), 350-362.
- Syllignakis, M. N., & Kouretas, G. P. (2011). Dynamic correlation analysis of financial contagion: Evidence from the Central and Eastern European markets. *International Review of Economics & Finance*, 20(4), 717–732.
- Taheri, S., Abdul Baqi Attaabadi, A. M., Vaziri Sarashk, M., & Arman, M. H. (2023). The effect of the cycle of short-term fluctuations of gold and currency on capital market fluctuations. *Financial Economics*, 17(63), 95-116. [In Persian]
- Tanin, T. I., Sarker, A., & Brooks, R. (2021). Do Currency Exchange Rates Impact Gold prices? New Evidence from the Ongoing COVID-19 Period. *International Review of Financial Analysis*, 77, 101868.

COPYRIGHTS

© 2023 by the authors. Published by Islamic Azad University, Esfaryen Branch. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

